

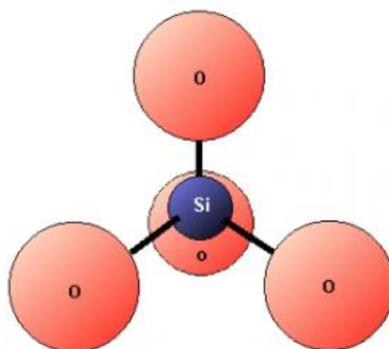
Oxygen tetrahedrons and octahedrons in biology

Zyryanova N.V., Savelyev I., Myakishev-Rempel M.

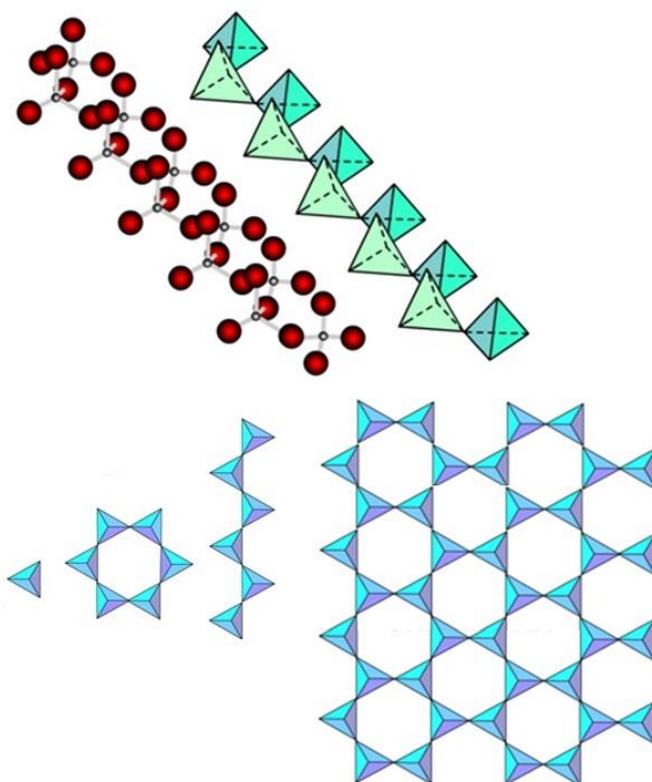
DNA resonance lab

Abstract: Uncentrosymmetric oxygen tetrahedrons and octahedrons produce piezoelectricity. In main biological molecules there are phosphorus-oxygen tetrahedrons. Biological molecules is uncentrosymmetric, and phosphorus-oxygen tetrahedrons enhance its reactivity. We suppose that oxygen octahedrons and tetrahedrons produce electricity in living organisms, and the electricity is condition for many biological phenomenon.

Oxygen and silicon compose more 70% mass of lithosphere. Usually the silicon binds with 4 oxygen's atoms and forms silicon-oxygen tetrahedron SiO_4 .



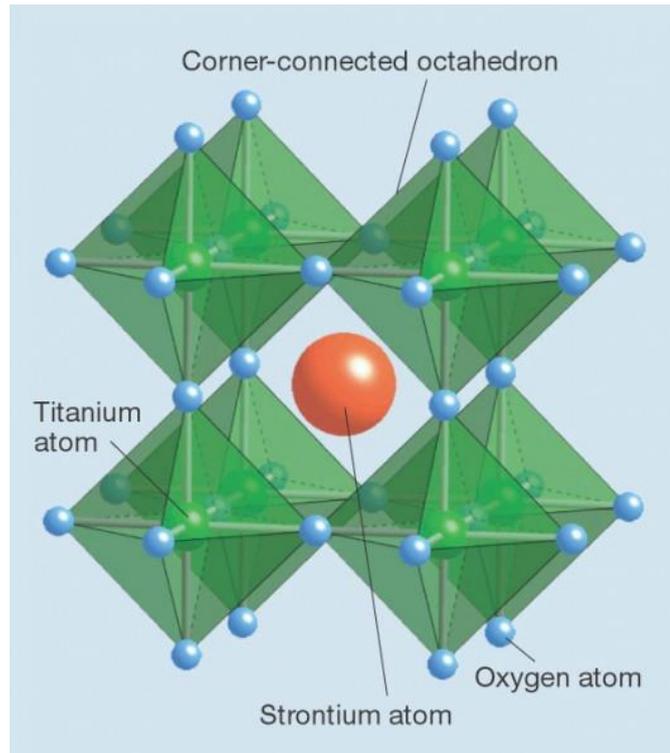
In silicates tetrahedrons SiO_4 may be isolated or connected in circles, chains, plain nets (phyllosilicate) or tridimensional structures (1).



Centrosymmetric SiO_4 -structures is not polarized. Without a center of symmetry SiO_4 -structures exhibit piezoelectric properties. As example, optically active and piezoelectric left- and right-twisted spirals of quartz.

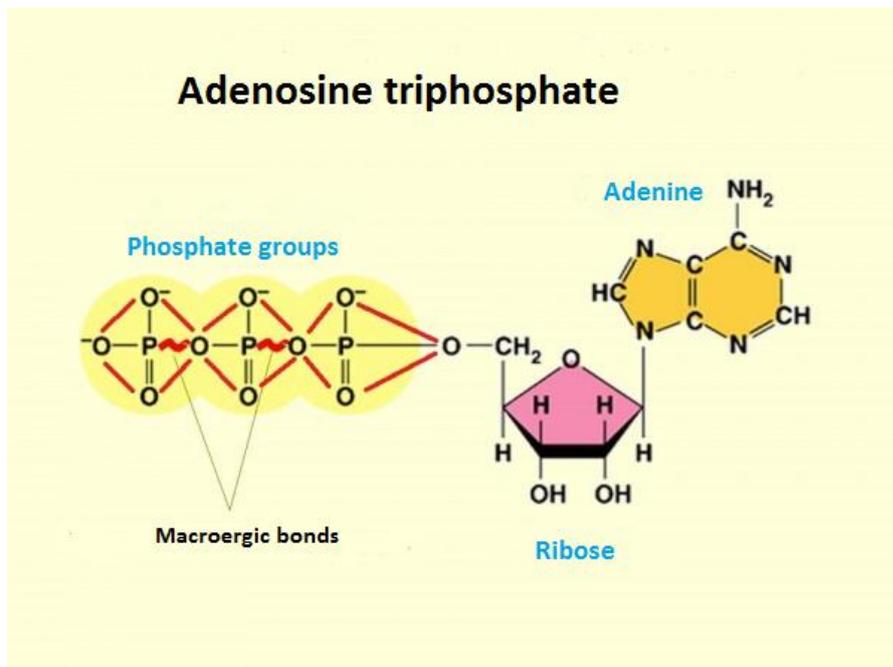
Deformed silicates tetrahedrons have no center of symmetry, so it have piezoelectric properties.

Ferroelectrics as substances capable of “spontaneous” polarization are divided into ferroelectrics of the “displacement” type (transition to the ferroelectric phase is associated with the displacement of ions) and the “order-disorder” type (with the ordering of dipoles). The main structure of the first group ferroelectrics is oxygen octahedron.

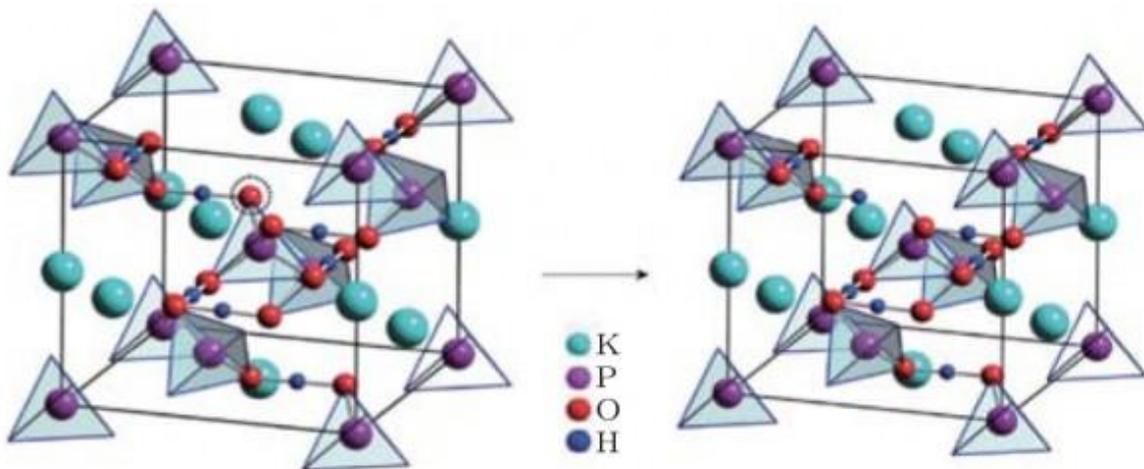


“Order - disorder” type ferroelectrics are divided into three main groups: potassium dihydrogen phosphate (KDP), in particular, dihydrophosphates and alkali metal dihydroarsenates (KH_2PO_4 , PdH_2PO_4 , KH_2AsO_4 , RbH_2AsO_4 , CsH_2AsO_4), triglycine sulfate and liquid crystal ferroelectrics. The materials of the KDP group are composed of oxygen tetrahedrons.

Biological molecules also have oxygen tetrahedron. For example, in the ATP molecule there are three conjugated phosphorus-oxygen tetrahedrons.



DNA and RNA molecules also have phosphorus-oxygen tetrahedrons without center of symmetry due to the spiral structure of these molecules. It is well known, that the addition of phosphate groups to proteins increases the reactivity of proteins.



The inorganic part of bones and teeth consists of calcium hydroxyapatite, i.e. phosphorus-oxygen tetrahedrons. Apatite is able to exchange ions with the environment, and their structure can be distorted depending on the radius of the embedded cations. It may cause the piezoelectricity.

Under mechanical load bone fractures heal faster. Initially researchers was thought that the healing is stimulated by weak electric current in collagen structures, however Vasquez-Sancho et al. (2) show that hydroxyapatite is also capable of producing electricity under mechanical loads.

We suppose that oxygen octahedrons and tetrahedrons produce electricity in living organisms, and the electricity is condition for many biological phenomenon.

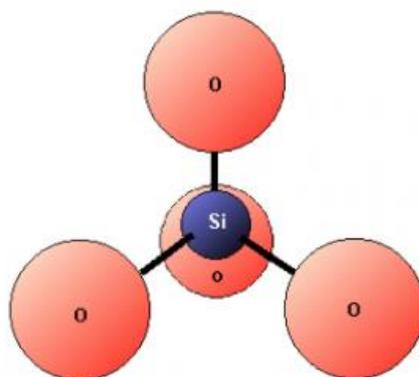
1. Rastsvetaeva R.K., Aksenov S.M., *Crystal chemistry of silicates with three-layer TOT and HOH modules of layered, chainlike, and mixed types // Crystallography Reports, 2011, Vol. 56, No. 6, pp. 910–934.*
2. Vasques-Sancho F., Abdollahi A., Damjanovic D., Catalan G. *Flexoelectricity in Bones // Advanced Materials Volume 30, Issue 9 March 1, 2018*

На русском языке

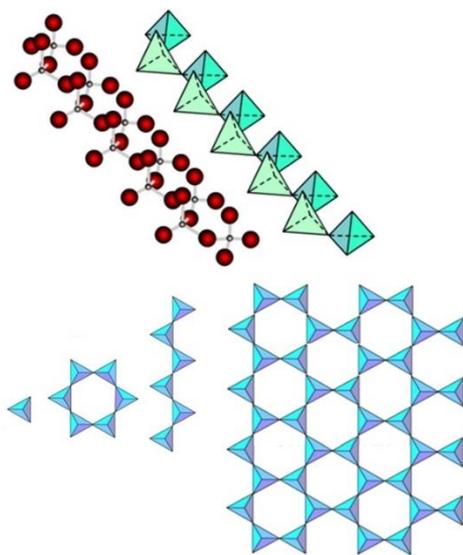
Кислородные тетраэдры и октаэдры в биологии

Зырянова Н.В., Савельев И., Мякишев-Ремпел М.

Кислород и кремний составляют более 70% массы литосферы. Как правило, кремний связан с четырьмя атомами кислорода и образует кремниво-кислородные тетраэдры SiO_4 .

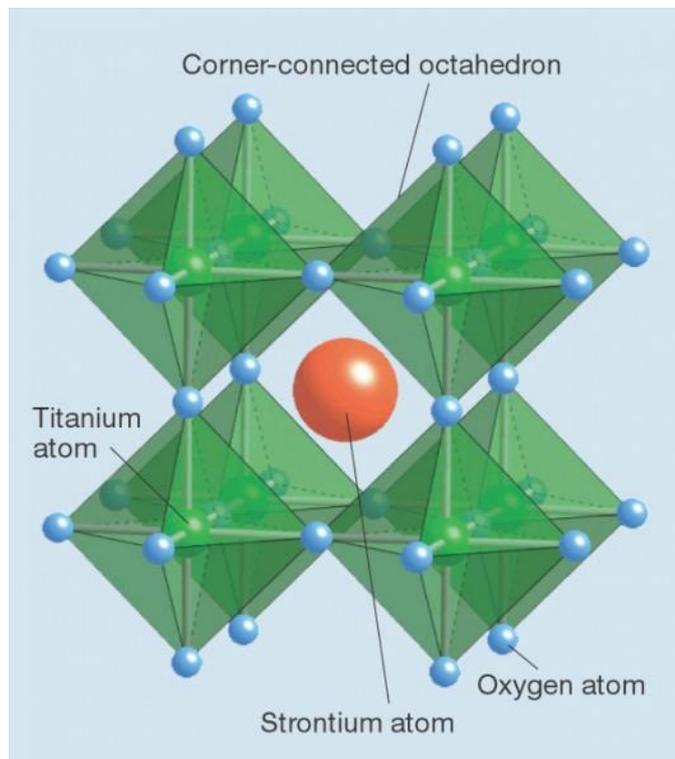


Такие тетраэдры могут соединяться в цепочки, образовывать круги, ленты, двумерные слои и трехмерные каркасы.

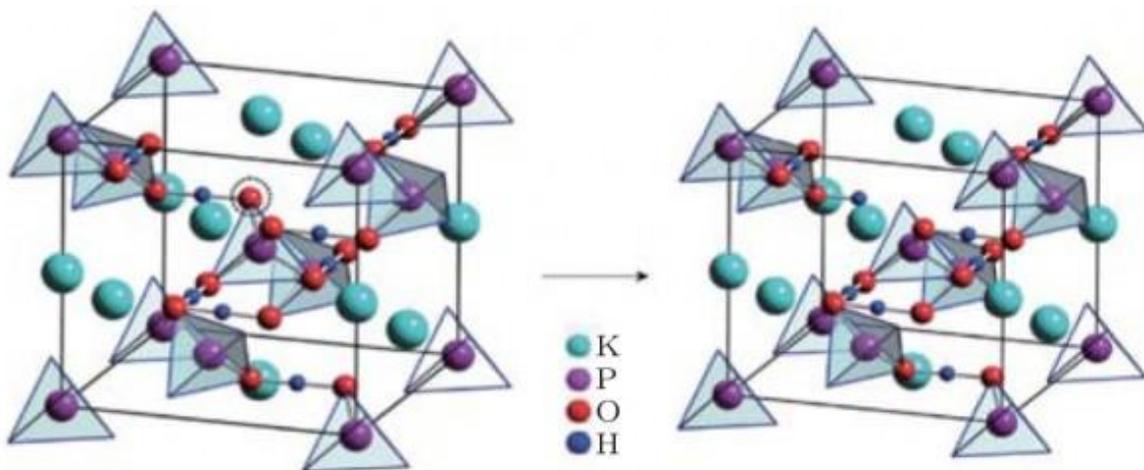


Если такие структуры центросимметричны, то они не склонны к поляризации, а при отсутствии центра симметрии – проявляют пьезоэлектрические свойства. Например, кварц, образующий лево- и правозакрученные спирали, оптически активен и является пьезоэлектриком.

Сегнетоэлектрики – вещества, способные к «спонтанной» поляризации, - подразделяются на сегнетоэлектрики типа «смещение» (переход в сегнетоэлектрическую фазу связан со смещением ионов) и типа «порядок-беспорядок» (с упорядочением диполей). Сегнетоэлектрики первой группы состоят из кислородных октаэдров.



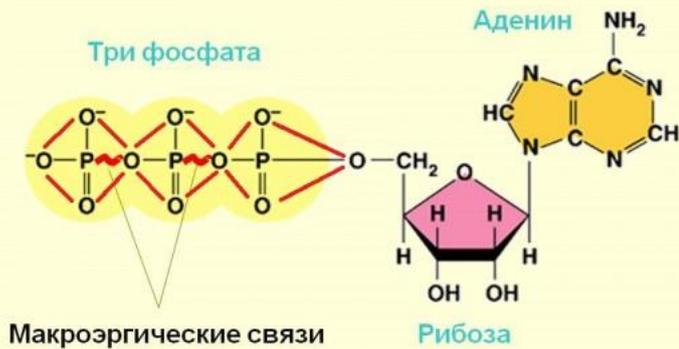
Сегнетоэлектрики типа «порядок - беспорядок» делятся на три основные группы: группу дигидрофосфата калия (KDP) — дигидрофосфаты и дигидроарсенаты щелочных металлов (KH_2PO_4 , PdH_2PO_4 , KH_2AsO_4 , RbH_2AsO_4 , CsH_2AsO_4) и их дейтериевые аналоги, группу триглицинсульфата (ТГС) — $(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COONH}_3 \times \text{H}_2\text{SO}_4)$ и жидкокристаллические сегнетоэлектрики. Материалы группы KDP составлены кислородными тетраэдрами.



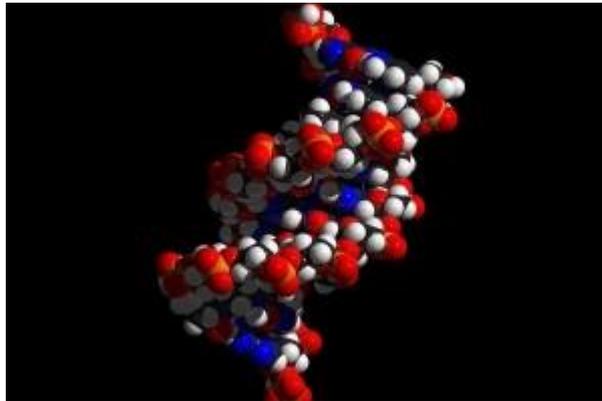
И все эти вещества обладают способностью поляризоваться при деформациях, то есть, при утрате центра симметрии.

В биологических молекулах также есть кислородные тетраэдры. Например, в молекуле АТФ три сопряженных фосфор-кислородных тетраэдра.

АТФ – универсальный источник энергии в клетке

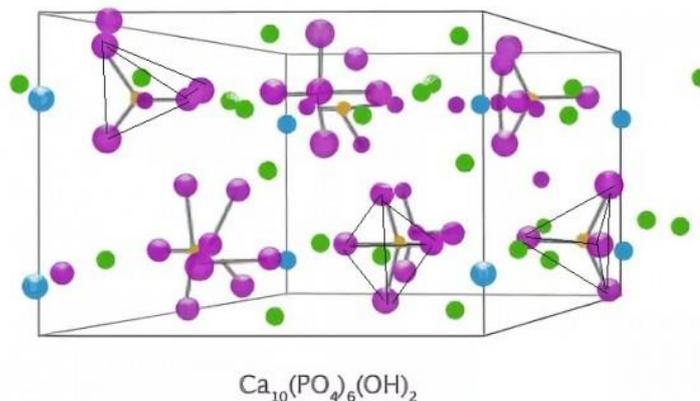


В молекулах ДНК, РНК также есть фосфор-кислородные тетраэдры, причем, ввиду спиральной структуры этих молекул, они лишены центра симметрии.



Известно, что присоединение фосфатных групп к белкам увеличивает реакционную способность белков.

Неорганическая часть костей и зубов состоит, главным образом, из гидроксиапатита кальция, то есть, фосфор-кислородных тетраэдров. Апатиты способны обмениваться ионами с окружающей средой, и их структура может искажаться в зависимости от радиуса встраиваемых катионов.



Установлено, что при механических нагрузках переломы костей заживают быстрее. Первоначально считалось, что стимулирует заживление слабый электрический ток в коллагеновых

структурах, однако в работе F. Vasquez-Sancho с соавторами (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/adma.201705316>) было показано, что гидроксипатит также способен продуцировать электричество при механических нагрузках.

Мы предполагаем, что кислородные октаэдр и тетраэдр вырабатывают электричество и в условиях живых организмов, и именно за счет этого протекают многие биологические реакции.